

# Clase Online 3

**CURSO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS  
CONECTADOS A LA RED CON  
RESPALDO DE ENERGÍA | HIBRIDO**

**Instructor:** Pablo Acuña  
**Email:** pablo@ilumin.cl

**Inicio:** 19:00 horas.  
**Termino:** 22:30 horas.

**ilumin**  
Capacita  
Organismo Técnico de Capacitación



# Contenido

## Objetivo:

Dimensionar, diseñar, instalar y realizar la mantención de sistemas fotovoltaicos conectados a la red con respaldo de energía, denominados sistemas híbridos.

- DÍA 1: CONCEPTOS GENERALES,  
ELECTRICIDAD APLICADA A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.
- DÍA 2: COORDENADAS SOLARES,  
CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS COMPONENTES DEL SFV HIBRIDO.
- **DÍA 3: BANCO DE BATERIAS, PROTECCIONES  
MONTAJE DEL SISTEMA ON GRID HIBRIDO DE ACUERDO CON LEY NET BILLING E INSTRUCTIVOS TÉCNICOS.**
- DÍA 4: BUENAS Y MALAS PRACTICAS,  
MANTENCIÓN DEL SISTEMA.
- DÍA 5: DISEÑO DEL SISTEMA FV ONGRID HIBRIDO

# BANCO DE BATERIAS

- **Características Eléctricas y de Carga**
- **Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06**
- **Exigencias y Conceptos Generales de RGR 06**
- **Protecciones Eléctricas**

# Características Eléctricas y de Carga

# Banco de Baterías

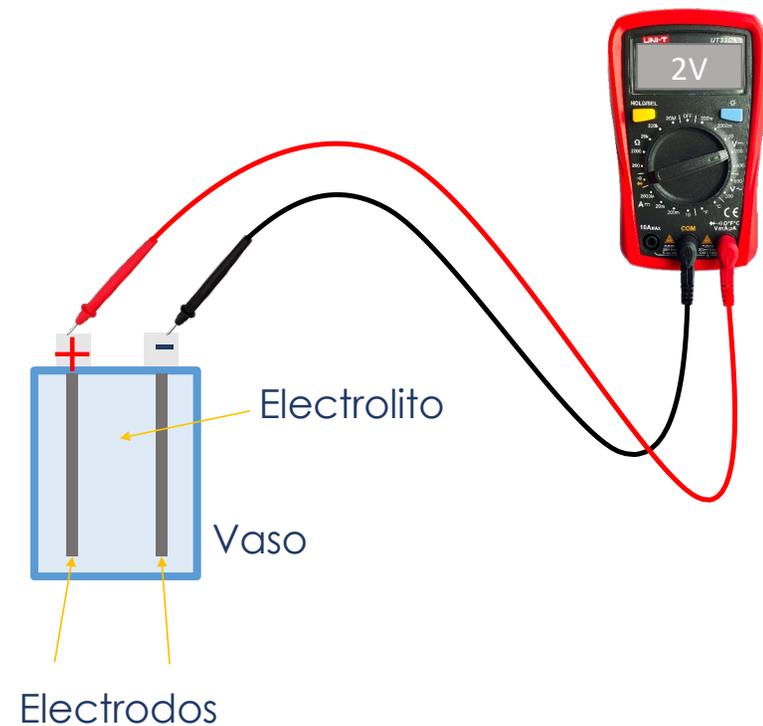
## Características Eléctricas y de Carga

### Funcionamiento

**La Celda** esta compuesta por un conjunto de electrodos sumergidos en el electrolito.

**El Vaso** es el recipiente que contiene la o las celdas.

La reacción de los componentes químicos permitirá tanto el almacenamiento (carga) como la extracción (descarga) de la energía eléctrica que será de naturaleza continua.



# Banco de Baterías

## Características Eléctricas y de Carga

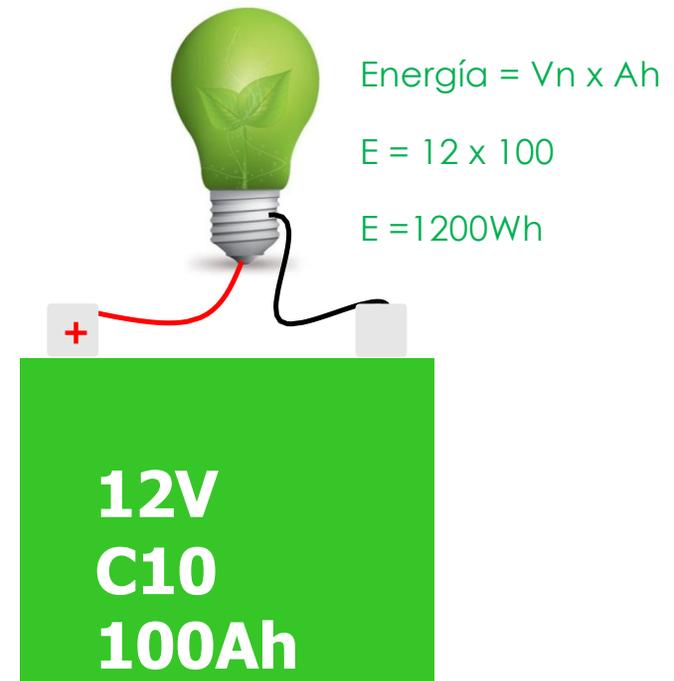
### Funcionamiento

**Almacenamiento**, cuando se habla de la capacidad de almacenamiento en una batería, se debe entender que la referencia se hace en función de la Energía que este componente es capaz de almacenar, por lo que el factor tiempo es fundamental para indicar la unidad de medida.

Comercialmente encontramos la referencia a la unidad Ah o Wh dependiendo de la naturaleza de la batería.

Estas unidades son equivalentes con la conversión adecuada.

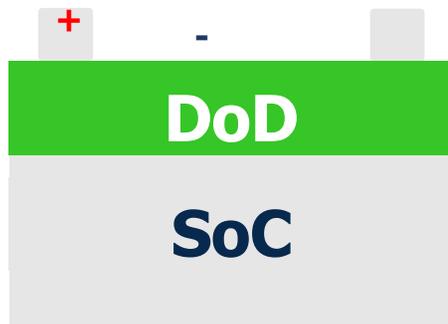
Por otra parte, en el RGR 06 se menciona que la capacidad a considerar de una celda o batería a descarga constante debe ser C10



# Banco de Baterías

## Características Eléctricas y de Carga

Estado de Carga - Profundidad de Descarga



### **DoD (Depth of Discharge)/ Profundidad descarga**

Es la cantidad de energía que se extrae de la batería, este valor esta expresado en porcentaje.

### **SoC (State of Charge) / Estado de Carga**

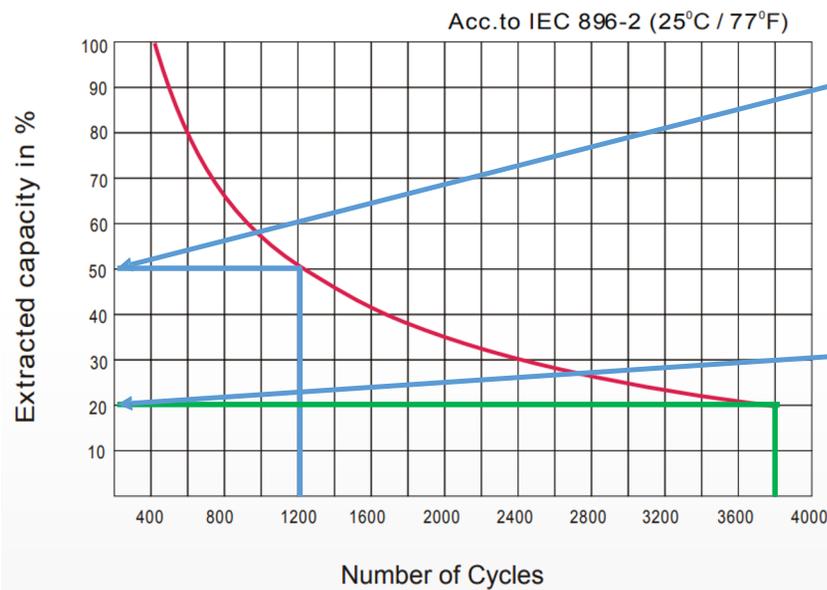
Corresponde a la cantidad de energía disponible en la batería y es expresada en porcentaje.

$$\text{SoC \%} = 100\% - \text{DoD\%}$$

# Banco de Baterías

## Características Eléctricas y de Carga

### Profundidad de Descarga Vs Ciclos de Vida



**DoD = 50%**

**SoC = 50%**

#### 50% DoD

La Batería tendrá una vida útil de 1200 Ciclos. Un ciclo será una descarga y una carga, si esto ocurre en el transcurso de un día la vida útil será de 1200 días.

**DoD = 20%**

**SoC = 80%**

#### 20% DoD

La Batería tendrá una vida útil de 3800 Ciclos. Por lo que se puede estimar que la vida útil será de 3800 días.

# Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06

# Banco de Baterías

## Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06



# Banco de Baterías

## Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06

5.3 Esta instrucción técnica es aplicable a BESS, con BS en tecnología plomo ácido regulada por válvula (VRLA) en sus diferentes variaciones, y BS con tecnología de iones de litio.

4.2.42 Sistema de baterías (BS): Es aquel que comprende una o más celdas, módulos de baterías o baterías, y puede incluir otros dispositivos auxiliares o de protección. En el caso de un BS con tecnología de iones de litio, incluye el sistema de gestión de baterías (BMS).

4.2.41 Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS): Corresponde al conjunto de dispositivos que permiten almacenar energía en baterías para posteriormente suministrarla a otras partes de la instalación. Se compone de: sistemas de baterías (BS), dispositivos de aislamiento y protección y equipos de conversión de energía (PCE), además de equipos auxiliares como cables y sistemas de gestión de baterías (BMS).

# Banco de Baterías

## Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06

### Monoblock

- VRLA (Valve Regulated Lead Acid) Batería de plomo-ácido regulada por válvula.
- Libre de Mantenición.
- Instalación Vertical y Horizontal.
- Mas utilizadas.
- Alternativa económica.
- Variedad en parámetros electricos.



#### GEL

- Electrolito en estado Gel.
- Menor eficiencia a descargas rápidas.
- Mayor rendimiento en temperaturas extremas.
- 1200 ciclos de vida a 50% de DOD.



#### AGM

- Electrolito Absorbido por esponjas de fibra de vidrio.
- Mayor eficiencia a descargas rápidas.
- Menor rendimiento a temperaturas extremas.
- 800 ciclos de vida a 50% de DOD.

# Banco de Baterías

## Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06

### Estacionarias



- Capacidad hasta 3000Ah
- 3000 ciclos a 50% de DOD
- Tensión de 2V

#### **OPzV**

- Electrolito gelificado (GEL).
- Instalación Vertical y Horizontal
- Libre Mantenimiento.



# Banco de Baterías

## Tipos de Baterías de acuerdo a IT RGR 06

### Litio



**Pylontech**  
48V /  
50Ah

#### Baterías de Litio

Son las baterías de mayor rendimiento en el mercado. Últimamente los fabricantes están produciendo bastante este tipo de baterías para uso en sistemas fotovoltaicos.



**Victron**  
12V/  
300Ah

#### Ventajas

Auto protección temperatura, corriente, voltaje y profundidad de descarga.  
Más de 6000 ciclos con un 90% de DoD

# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Alcance y Disposiciones Generales

2.1 Las disposiciones de esta instrucción técnica son aplicables tanto para los BESS conectados a la red de distribución, con o sin inyección a la red, así como a instalaciones aisladas de la red.

5.5 En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, los BESS no deberán mantener tensión en la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### **4.2.42 Sistema de baterías (BS):**

Es aquel que comprende una o más celdas, módulos de baterías o baterías, y puede incluir otros dispositivos auxiliares o de protección. En el caso de un BS con tecnología de iones de litio, incluye el sistema de gestión de baterías (BMS).

N.A.: El sistema de baterías (BS) debe complementarse con al menos un PCE compatible para conformar un BESS.

# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

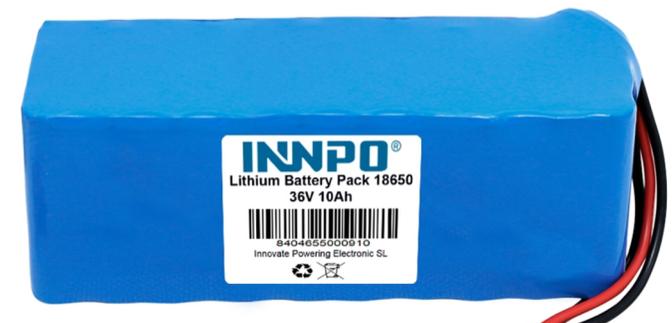
## Baterías

### 4.2.44

#### **Sistema de batería no ensamblado (BS no ensamblado):**

Es aquel donde el instalador realiza la interconexión entre celdas, módulos de baterías o baterías, dimensiona e instala los conductores para la interconexión y, cuando se trate de módulos de baterías de iones de litio, realiza también la instalación del BMS compatible.

N.A.: Los BS no ensamblados corresponden principalmente a celdas VRLA del tipo OPzV, baterías VRLA del tipo monoblock, o baterías de iones de litio en carcasa tipo monoblock (sin BMS incorporado)



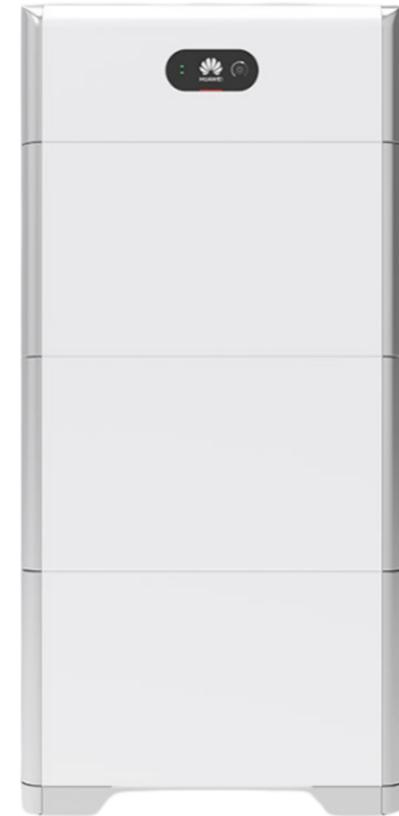
# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### 4.2.43

#### **Sistema de batería ensamblado (BS ensamblado):**

Es aquel en que la interconexión de celdas, módulos de baterías o baterías, viene integrado de fábrica dentro una misma carcasa, o está diseñado para ser ensamblado in situ bajo una cierta configuración determinada por el fabricante, lo que se ha certificado en su conjunto. Cuando el BS ensamblado consiste en módulos de baterías de iones de litio, el BMS puede estar incorporado en cada módulo, o bien, ser un BMS común para todos ellos.



# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### 4.2.40

**Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS):** Corresponde al conjunto de dispositivos que permiten almacenar energía en baterías para posteriormente suministrarla a otras partes de la instalación. Se compone de: sistemas de baterías (BS), dispositivos de aislamiento y protección y equipos de conversión de energía (PCE), además de equipos auxiliares como cables y sistemas de gestión de baterías (BMS).



# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### 4.2.41

**Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías integrado y ensamblado (BESS integrado ensamblado):**

BESS donde un fabricante entrega todos los componentes de éste como un paquete integrado y ensamblado dentro de una carcasa o gabinete. Esta carcasa o gabinete incluye el sistema de baterías (BS), los dispositivos de aislamiento y protección, equipos de conversión de energía (PCE) y el sistema de gestión de baterías (BMS).



# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### **8.5 Al interior de las viviendas o locales de reunión de personas:**

8.5.2 Sólo se permite la instalación de BESS integrados ensamblados o un BESS con BS de tecnología litio, siempre que el fabricante lo permita, y que la capacidad de almacenamiento nominal no supere los 20 kWh.

8.5.6 No se deberán acumular otros materiales en un radio mínimo de 600 mm alrededor del BESS, como tampoco en su superficie o debajo de ésta.

# Exigencias y Conceptos Generales de IT RGR 06

## Baterías

### **8.5 Al interior de las viviendas o locales de reunión de personas:**

8.5.7 La instalación en cualquier corredor, pasillo, vestíbulo o similar que conduzca a una salida de incendios garantizará una distancia suficiente del BESS para una salida segura con un pasillo de al menos 1 m de ancho.

8.5.8 Cuando el BESS o BS esté montado o apoyado en una pared o tabique interior, la pared deberá contar con elementos cortafuego de una resistencia al fuego mínima de RF60.

# Protecciones Eléctricas

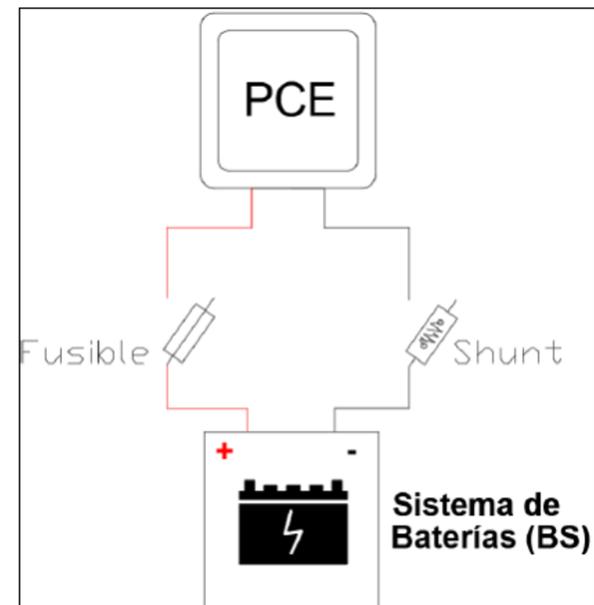
# Protecciones Eléctricas

## Baterías

### IT RGR 06

13.2 Todos los BS y baterías no ensambladas deberán ser capaces de aislarse eléctricamente de los demás equipos dentro del BESS, para lo cual deberán contar con los dispositivos de aislamiento adecuados, los que deberán poder abrir en forma automática y/o manual en condiciones de funcionamiento normales y de fallas.

SHUNT: Dispositivo que permite el monitoreo del sistema de almacenamiento



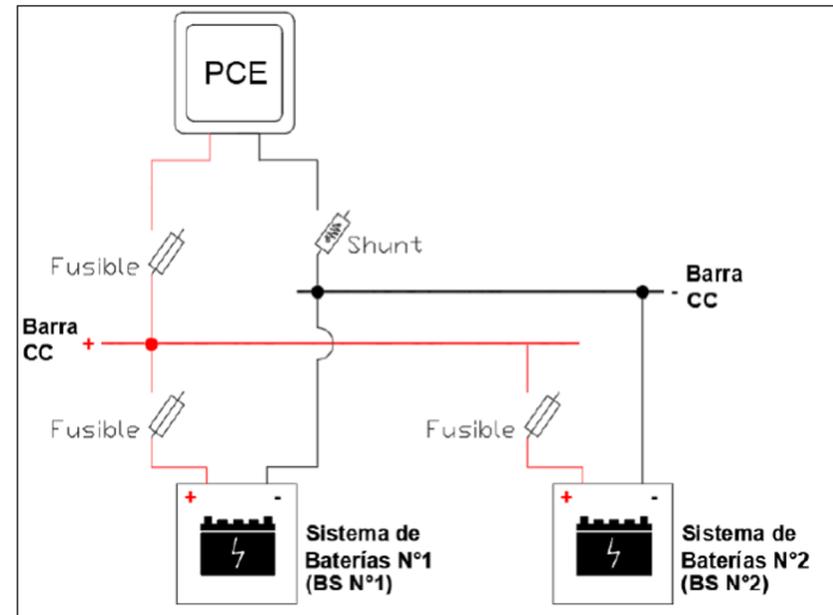
# Protecciones Eléctricas

## Baterías

### IT RGR 06

13.4.2 La interconexión entre dos o más PCE y uno o más BS se debe realizar a través de barras de distribución de CC. Se deben utilizar fusibles o disyuntores de CC en uno de los polos para la interconexión de cada elemento a la barra respectiva. Para los casos de BESS integrados ensamblados, esta interconexión puede ser al interior del equipo o como lo establezca el fabricante.

N.A.: Generalmente el conductor del polo (+) es el que se protege a través de fusibles, mientras que el polo (-) se emplea para el monitoreo y/o control.



# MONTAJE DEL SISTEMA ON GRID HIBRIDO DE ACUERDO CON LEY NET BILLING E INSTRUCTIVOS TÉCNICOS.

- Estructura
- Módulos
- Canalización y Cableado
- String Box
- Inversor
- Baterías
- Protecciones
- Puesta a Tierra

# Estructura

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Estructura

### IT RGR 02

6.2 Para la instalación, limpieza y mantenimiento del sistema fotovoltaico en techumbres, se deberá contar con el espacio físico para poder colocar o apoyar una escalera que permita un acceso seguro. Se debe considerar que los paneles fotovoltaicos y su estructura en ningún caso deberán sobresalir del perímetro del techo, con el fin de evitar el efecto vela.

7.6 La totalidad de la estructura de la unidad de generación fotovoltaica se conectará a la tierra de protección.



# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Estructura

### IT RGR 02

7.5 La estructura debe ser metálica y se protegerá contra la acción de los agentes agresivos en el ambiente y/o corrosivos, garantizando la conservación de todas sus características mecánicas y de composición química.

El sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos debe ser por presión y no se deben perforar



# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Estructura



El sellado de las perforaciones que se deben realizar al montar un SFV debe ser hecho por personal calificado, un error común es no prestar atención adecuada a esta acción. Las consecuencias de una mala ejecución pueden ser varias, por lo general con un alto costo para su reparación.

# Módulos

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Módulos



Al momento de montar los módulos se debe considerar aspectos del terreno, como la accesibilidad, la inclinación en techos, el tipo de material, etc.

También es importante considerar el tamaño del módulo y su peso, debido a que estaremos en una condición de dificultad para realizar maniobras.

Igualmente importante, es considerar como mínimo dos personas para el montaje de los módulos.

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Módulos



Es importante considerar la distancia que habrá entre el módulo y el techo en el caso de las instalaciones coplanar. Principalmente por que se debe generar una buena ventilación en la parte posterior de los módulos .

Esta distancia también debe permitir la libre circulación de agua y evitar que se acumulen hojas o ramas en la parte posterior del módulo.

El efecto vela también debe ser evitado.

El trazado inicial para el anclaje y la simetría se deben considerar, para uno correcto montaje.

# Canalización y Cableado

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Canalización y Cableado

### IT RGR 02

11.1 Todos los conductores deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como viento, formación de hielo, temperaturas y radiación solar. También deberán estar protegidos de bordes filosos.

11.8 Los cables no podrán ser colocados directamente sobre el techo o suelo sin estar debidamente canalizados, empleando además las terminaciones correspondientes, tal como prensas estopa en las entradas de las bandejas, o cajas de derivación.



# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Canalización y Cableado

### IT RGR 02

11.2 Los circuitos de los sistemas fotovoltaicos y los circuitos de salida fotovoltaicos no se instalarán en las mismas canalizaciones con otros circuitos de otros sistemas, a menos que los conductores de los otros sistemas estén aislados mediante una separación del mismo material. El cableado de CC no debe instalarse ni pasar por tableros de CA.

Los conductores positivos y negativos en el lado de CC deberán ser canalizados en forma ordenada y separados con excepción de aquellos casos que cumplan con lo siguiente:

- a) En los casos que se utilice canalización metálica.
- b) En canalizaciones embutidas o pre-embutidas en muros de hormigón o lozas de una construcción sólida se podrá llevar ambos conductores en tuberías no metálicas.



# String Box

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## String Box

La String box debe montarse lo mas cerca posible del arreglo fotovoltaico.

Debe tolerar la intemperie.

Al momento de montar las protecciones se debe considerar que los terminales podrían estar energizados.

El accionamiento del Seccionador debe realizarse desde el exterior de la caja, en el caso de usar automáticos la caja debe contar una contratapa.



# Inversor

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Inversor



### IT RGR 02

12.4 La instalación del inversor se deberá realizar según las especificaciones del fabricante, considerando la ventilación, el anclaje, la orientación, y el índice IP, entre otros aspectos. El inversor se deberá situar en un lugar con fácil acceso a personal técnico.

12.5 No se podrá instalar un inversor en baños, cocinas o dormitorios, en recintos con riesgos de inundación y recintos con riesgos de explosión. La altura mínima de montaje será de 0,60 m y la altura máxima será de 2,0 m, ambas distancias medidas respecto del nivel de piso terminado. Se podrá excluir de la distancia mínima los microinversores y aquellos inversores que estén dentro de un gabinete o armario.

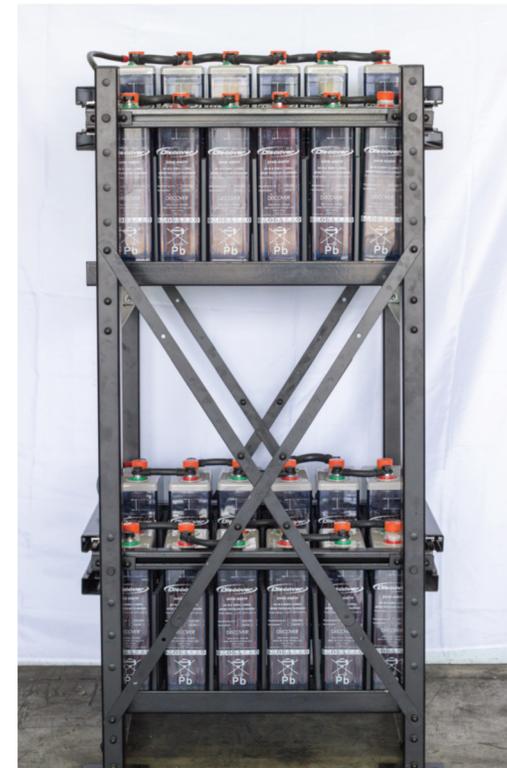
# Baterías

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Baterías

### IT RGR 06

12.14 La instalación de las baterías debe cumplir a cabalidad con el entorno de la instalación (ambientes secos, no corrosivos, ventilados, donde no se pueda producir explosiones de gas o polvo y alejadas de la radiación solar directa), las condiciones ambientales (rango de temperaturas de funcionamiento y altura máxima de instalación sobre el nivel del mar) y las condiciones estructurales (peso del conjunto de baterías) establecidas por el fabricante.



# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Baterías



### IT RGR 06

12.8 Los terminales de las baterías deben estar fácilmente accesibles para lecturas, inspecciones y limpieza, cuando sea requerido según el diseño del equipo.

12.9 La conexión entre los terminales de las baterías y los conductores se realizará sólo a través de conectores compatibles con los bornes de la batería y su apriete debe ajustarse al torque definido por el fabricante.

12.10 Las partes energizadas de los sistemas de baterías en instalaciones domiciliarias deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería.

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Baterías



IT RGR 06



12.15 Las baterías no podrán estar directamente en el suelo, por ello deberán ir montadas sobre racks, gabinetes o casetas cumpliendo las exigencias de la sección N°9 de este instructivo. Se exceptúan de esta exigencia aquellas baterías de litio que forman parte del BESS integrado.

# Protecciones

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Protecciones

### IT RGR 02



14.12 Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial, e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con una corriente de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

14.13 Las protecciones fotovoltaicas deberán estar contenidas en un tablero eléctrico específico para su uso o en algún tablero eléctrico existente, el cual deberá contar con puerta, cubierta cubre equipos y placa de identificación, cumpliendo además con lo exigido en el Pliego Técnico Normativo RIC N°02 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía.

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Protecciones

### IT RGR 02

14.8 Los interruptores automáticos y seccionadores utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas, deberán cumplir los requerimientos establecidos en las normas IEC 60947-2 o IEC 60947-3, y ser adecuados para instalaciones fotovoltaicas, capaces de extinguir arcos eléctricos en CC.

14.9 Los descargadores de sobretensión utilizados en instalaciones fotovoltaicas deberán ser del tipo 2, en conformidad a la IEC 61643-11



# Puesta a Tierra

# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Puesta a Tierra

### IT RGR 02

17.1 Deberán conectarse todas las partes metálicas de la instalación a la tierra de protección. Esto incluye las estructuras de soporte, pasillos técnicos y las carcasas de los equipos.



17.5 El aterrizaje de los módulos o paneles, así como de los inversores y microinversores, se deberá realizar como lo establecen los diferentes fabricantes, con el fin de respetar la garantía de los productos.



# Montaje del Sistema On Grid Híbrido

## Puesta a Tierra



### IT RGR 02

17.8 Se podrá superar el valor resultante de la puesta a tierra de 20 Ohm, solamente en las instalaciones de baja tensión que cumplan con los siguientes puntos:

- a) En instalaciones de consumo cuyo empalme no supere los 10kW de potencia.
- b) En instalaciones de consumo que cuenten con un esquema de conexión del sistema de puesta a tierra TN.
- c) Cuando el sistema fotovoltaico utilice el sistema de puesta a tierra de la instalación de consumo.
- d) Cuando el valor resultante de la puesta a tierra no supere los 80 Ohm.

